

KAJIAN KARAKTERISTIK SPEKTRAL DAUN TANAMAN TEMBAKAU DALAM RANGKA MENDUKUNG INTERPRETASI DATA PENGINDERAAN JAUH

*Investigation on Spectral Characteristics of Tobacco Leaves in
the Framework of Supporting Remote Sensing Data
Interpretation*

Penny Dyah Kusumaningrum¹, Dulbahri² dan Hartono²

Program Studi Penginderaan Jauh
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

The objective of this research is to study whether the spectral characteristics of tobacco leaves measured with spectrophotometer detector in the laboratory in accordance to that recorded in the landsat TM.

Accordingly, spectral characteristics of tobacco leaves of different age were measured with spectrophotometer. Similarly, these characteristics were also acquired from the landsat TM through digital image processing. These two results were then compared.

The result of this research indicated that : 1) the absorption of tobacco leaves measured with spectrophotometer characterized healthy tobacco leaves and the stressed ones; 2) the reflections of tobacco leaves measured with spectrophotometer and those acquired from the landsat TM have similar patterns where the measurement for this purpose is best to be conducted when the tobacco plants were of six weeks of age; and 3) in the research week of age, when the tobacco leaves have grown well, the stressed tobacco leaves have higher reflection as compared to the healthy ones.

Keywords : *spectral characteristic, tobacco leaves, landsat TM.*

¹ Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang

² Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

PENGANTAR

Saat ini tembakau sudah menjadi salah satu komoditas pertanian andalan yang dapat memberikan kesempatan kerja yang luas dan penghasilan bagi masyarakat pada setiap rantai agribisnisnya. Selain itu, tembakau menunjang pembangunan nasional berupa pajak dan devisa negara (Cahyono, 1998). Di Indonesia, tembakau mempunyai peranan yang penting karena selain digunakan untuk konsumsi masyarakat juga sebagai sumber pendapatan petani karena memberikan lapangan pekerjaan cukup banyak (Ali, 1985). Posisi tembakau yang sangat strategis, baik di pasaran dalam negeri ataupun di luar negeri, secara tak langsung merupakan sumber dana pembangunan yang tak kecil. Guna mendukung posisi ini perlu diupayakan keseimbangan produksi baik dari kualitas maupun kuantitasnya.

Sehubungan dengan hal itu diperlukan data yang cepat dan akurat untuk mendukung posisi tersebut. Data tersebut dapat diperoleh melalui teknik penginderaan jauh. Perekaman data penginderaan jauh dapat diperoleh secara cepat, bersifat periodik, biaya relatif murah, mencakup wilayah yang luas dan memiliki potensi keruangan serta tersedia dalam format digital yang dapat meningkatkan kemampuan pengenalan obyek dan mempercepat pengolahan data penginderaan jauh menjadi informasi yang berguna.

Pengenalan kurva spektral setiap obyek di permukaan bumi merupakan salah satu cara untuk mempermudah interpretasi dan analisis citra penginderaan jauh. Oleh sebab itu perlu diketahui bagaimana perbedaan karakteristik spektral tanaman tembakau pada berbagai variasi umur masa pertumbuhannya. Kondisi pada masa pertumbuhan tersebut yakni sehat maupun stress pada skala laboratorium dan digunakan untuk mempermudah interpretasi citra penginderaan jauh.

Interaksi antara obyek dengan radiasi tenaga elektromagnetik menghasilkan respon atau tanggapan spektral berupa pantulan, serapan dan transmisi yang memiliki sifat khusus atau karakteristik yang disebut sebagai karakteristik spektral (*spectral signature*) (Lillesand and Kieffer, 1993). Pada umumnya karakteristik spektral bersifat khusus bagi tiap obyek (Sutanto, 1984). Oleh sebab itu suatu obyek dapat diidentifikasi dan dibedakan dengan obyek lainnya melalui karakteristik spektralnya.

Respon spektral pada vegetasi dipengaruhi oleh kisaran panjang gelombang energi elektromagnetik dan kondisi internal yaitu

klorofil, struktur internal dan kadar air (Reeves *et al.*, 1974). Pada spektrum panjang gelombang tampak (0,4-0,7 μm) pantulan spektral didominasi oleh pigmen daun terutama klorofil (hijau), kantarofil (kuning) dan antosianin (merah) yang memiliki pengaruh sangat besar terhadap tanggapan spektral daun tembakau. Secara umum tembakau yang mempunyai konsentrasi klorofil tinggi merupakan indikasi adanya pertumbuhan dan perkembangan yang sehat dan normal. Tembakau yang mengalami stress mempunyai gangguan pertumbuhan akan memperlihatkan gejala penurunan konsentrasi klorofil (Kleshin dan Shul'gin, 1959).

Pada daerah inframerah dekat (0,7-1,3 μm), karakteristik spektral tembakau dipengaruhi oleh struktur internalnya yang menyebabkan perbedaan dalam pantulannya dimana tidak adanya penyerapan oleh pigmen daun menyebabkan pantulannya sangat tinggi. Masa pertumbuhan (*phenological stage*) juga mempengaruhi nilai pantulan, karena mempengaruhi perbedaan struktur (struktur internal daun). Gejala stress pada tembakau yang mengakibatkan rusaknya jaringan mesofil menyebabkan rendahnya pantulan pada spektrum inframerah dekat (de Carolis dan Amedeo, 1980).

Pada spektrum inframerah tengah (1,3-2,7 μm), sebagian besar energi diserap oleh air dan sedikit yang dipantulkan sehingga respon spektral sangat dipengaruhi oleh kadar air atau kelembaban daun. Tembakau yang mengalami stress karena kekeringan memiliki nilai pantulan yang lebih tinggi dibanding tembakau sehat pada spektrum ini (Boer, 1996).

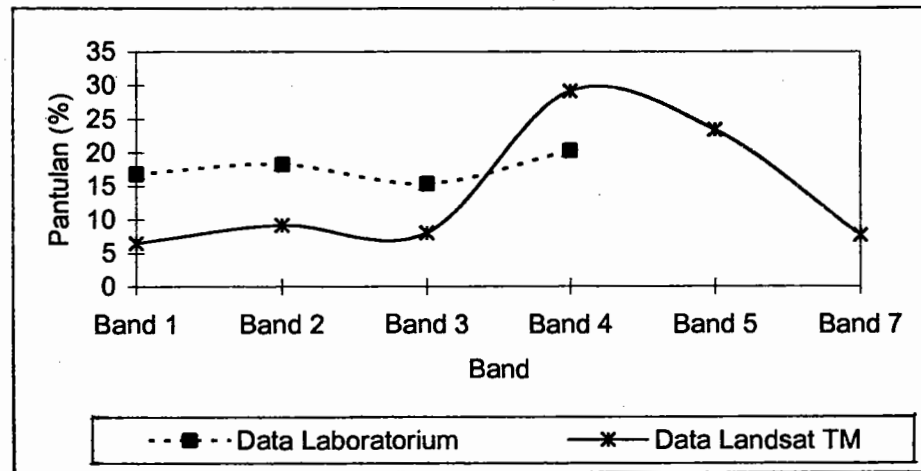
Melalui uji laboratorium, perubahan pola spektral tanaman tembakau yang mengalami kerusakan atau stress diukur melalui metoda spektroskopi dengan memanfaatkan instrumen spektrofotometer. Hasilnya merupakan rujukan pola spektral tanaman tembakau yang sehat dan stress yang diwujudkan dalam bentuk kurva pantulan pada berbagai panjang gelombang spektrum tampak dan inframerah dekat (400-950 nm). Dari hasil uji laboratorium tersebut diharapkan dapat mempermudah pengenalan obyek tembakau khususnya yang berkaitan dengan kondisi sehat dan stress pada data digital citra penginderaan jauh.

CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama mengukur pantulan spektral masing-masing sampel obyek tembakau dengan menggunakan detektor spektrofotometer dalam kurun waktu tertentu selama masa pertumbuhannya, dan tahap kedua berupa pengolahan citra digital penginderaan jauh Landsat TM untuk mengidentifikasi obyek tembakau berdasar hasil yang diperoleh melalui pengukuran detektor spektrofotometer tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum terlihat bahwa pantulan hasil pengukuran spektrofotometer relatif lebih tinggi dibanding pantulan yang terekam pada citra Landsat TM, namun keduanya memiliki pola yang serupa untuk pita tampak yang meliputi spektrum biru (400-500 nm), hijau (500-600 nm) dan merah (600-700 nm).



Gambar 1. Pola spektral daun tembakau hasil pengukuran spektrofotometer pada minggu ke-6 dan dari Landsat TM

Berdasar Gambar 1. tembakau sehat memiliki pola kurva pantulan yang mendekati ideal, baik berdasar hasil pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer maupun yang terekam pada citra Landsat TM.

Pada spektrum tampak (*visible*) yakni antara 0,4-0,7 μm , pigmen daun yang meliputi klorofil (hijau), kantofil (kuning) dan antosianin (merah) memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap tanggapan spektral vegetasi. Pigmen-pigmen karotin dan klorofil sering terdapat pada daun hijau, tetapi hanya menyerap spektrum biru seperti halnya yang diserap oleh klorofil yang berwarna hijau dan pigmen hijau ini menutupi pigmen kuning.

Klorofil daun hijau selalu menyerap cahaya biru (0,45 μm) atau merah (0,675 μm). Serapan terkecil pada daerah cahaya hijau (0,55 μm) dimana puncak pantulan lebih kecil atau pantulannya sangat tinggi yang berakibat vegetasi tampak hijau di mata.

Data pantulan tembakau berupa nilai kecerahan pada spektrum tampak (pita 1,2, dan 3) yang terekam oleh Landsat TM selalu terlihat lebih rendah dibanding hasil pengukuran spektrofotometer. Hal tersebut disebabkan oleh banyak hal antara lain oleh data yang terekam oleh citra banyak mengalami hamburan oleh awan dan atmosfer, adanya latar belakang tanah sehingga nilai kecerahan obyek berupa tembakau banyak dipengaruhi oleh nilai pantulan tanah, adanya nilai piksel campuran yaitu nilai kecerahan yang terekam pada citra bukan hanya obyek tembakau namun bisa jadi gabungan dengan obyek lainnya misal kedelai, jagung dan sebagainya. Hal lain yang mempengaruhi nilai kecerahan pada citra adalah pengaruh lereng dimana tembakau yang terletak pada lereng berbeda akan memberikan pantulan yang berbeda pula.

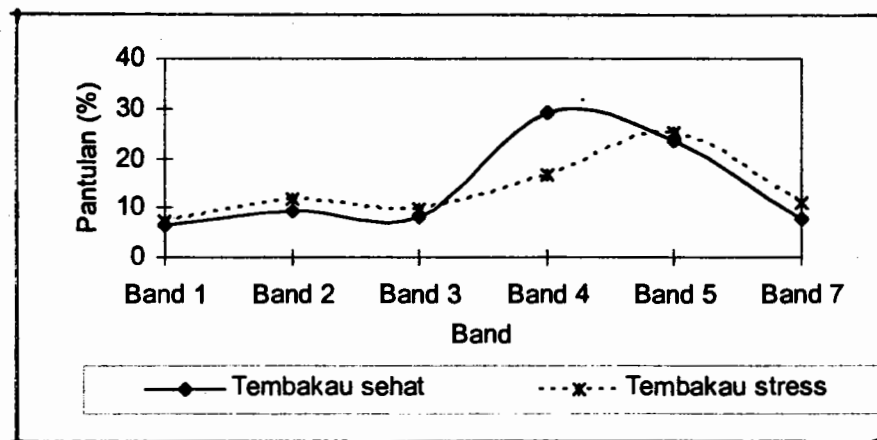
Pantulan daun tembakau dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang di atas 700 nm atau saat memasuki spektrum inframerah dekat kurang memberikan hasil seperti yang diharapkan. Hal ini disebabkan instrumen yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan prinsip dasar serapan dimana pengukuran pantulan daun tembakau melalui serapan oleh klorofil sehingga pada pada panjang gelombang di atas 700 nm sedikit sekali bahkan tidak ada serapan yang dilakukan oleh klorofil daun. Sebagian besar cahaya yang datang diteruskan dan sedikit saja yang dipantulkan.

Pola spektral tembakau yang didapat dari pengukuran laboratorium sangat berkaitan dengan umur pertumbuhan karena seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pertumbuhan tembakau melibatkan proses metabolisme biofisik yang kompleks terutama fotosintesis dimana penyerapan cahaya spektrum tampak digunakan sebagai energi dalam proses ini. Pantulan tembakau dapat terekam

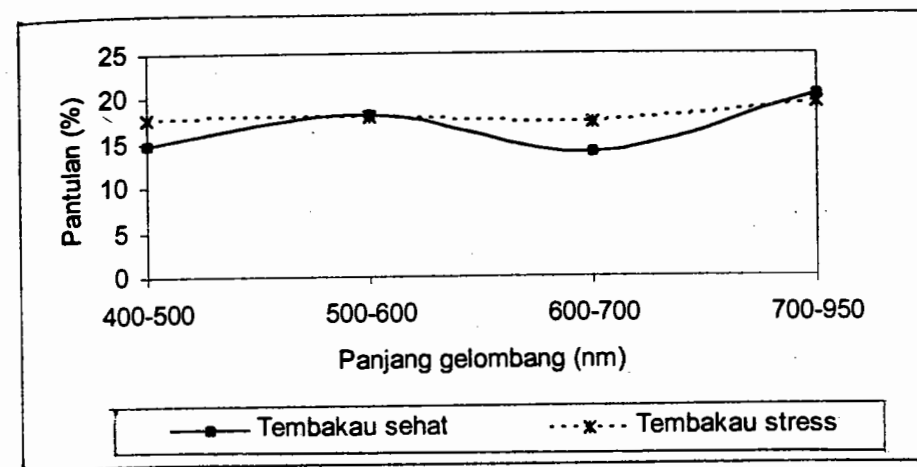
oleh citra penginderaan jauh ketika memasuki umur minggu ke-6 hingga menjelang panen atau ketika tanaman memasuki masa vegetatif aktif hingga tahap pemasakan akhir yaitu menjelang panen.

Ketika tanaman tembakau masih muda atau tahap awal masa perkembangan, pantulan masih didominasi oleh air karena kandungan air dalam daun masih sangat tinggi dan terutama masih dominannya latar belakang tanah yang memberikan pengaruh terhadap pantulan tembakau. Namun ketika tanaman memasuki minggu ke-6 dimana fase perkembangan memasuki tahap vegetatif aktif, pertumbuhan meningkat sangat pesat dan organ vegetatif (daun) terbentuk sempurna sehingga memberikan pantulan lebih banyak dan mengurangi pengaruh pantulan dari luar seperti latar belakang tanah. Pada saat pertumbuhan pesat, aktifitas fotosintesis juga tinggi dimana klorofil menyerap energi cahaya biru dan merah serta memantulkan cahaya hijau.

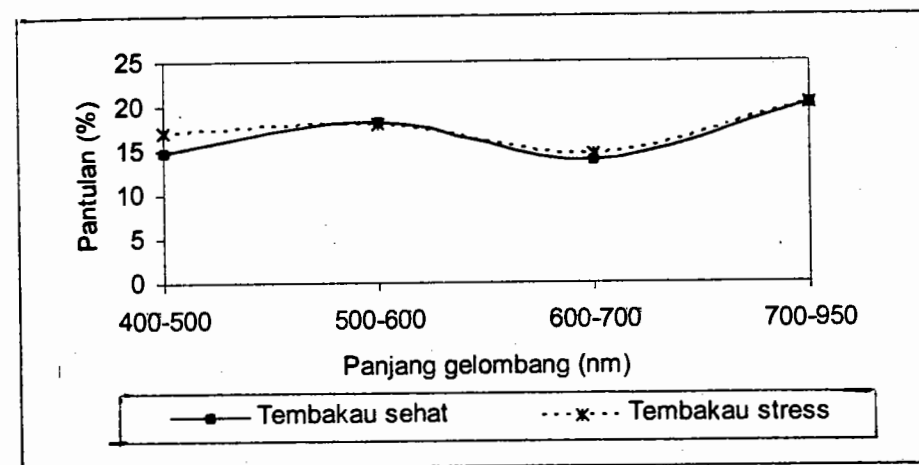
Dari kurva pantulan yang terekam pada citra digital Landsat TM terlihat bahwa tembakau yang sehat memiliki rata-rata nilai pantulan yang lebih rendah dibanding tembakau yang mengalami gejala stres. Menurut hasil pengukuran laboratorium, nilai pantulan tembakau sehat yang lebih rendah dibanding tembakau yang stres terjadi pada umur pertumbuhan minggu ke-7. Hal tersebut pada minggu tersebut dimana saat fotosintesis sangat aktif dilakukan untuk memasuki tahap pemasakan, terjadi banyak serapan energi elektromagnetik oleh klorofil untuk proses fotosintesis sehingga pantulannya menjadi rendah.



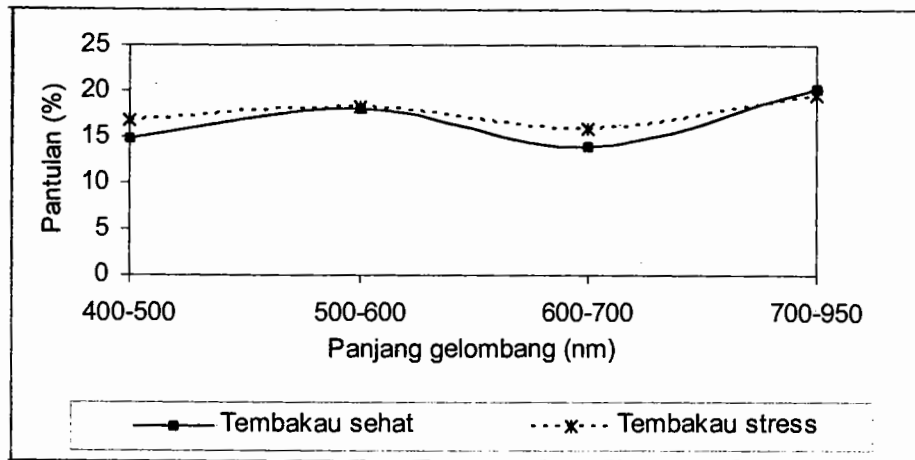
Gambar 2. Perbandingan rata-rata pantulan tembakau yang sehat dan stres dari citra Landsat TM



Gambar 3. Perbandingan rata-rata pantulan tembakau yang sehat dan stres akibat kekurangan nitrogen dari hasil laboratorium pada minggu ke-7



Gambar 4. Perbandingan rata-rata pantulan tembakau yang sehat dan stres akibat kekurangan kalium dari hasil laboratorium pada minggu ke-7



Gambar 5. Perbandingan rata-rata pantulan tembakau yang sehat dan stres akibat serangan ulat dari hasil laboratorium pada minggu ke-7

Menurut hasil pengukuran laboratorium, hampir semua tembakau yang mengalami stres memiliki pantulan lebih tinggi dibanding tembakau yang sehat kecuali stres yang disebabkan oleh kondisi air yang berlebih (stres air).

Hasil data berupa pantulan tembakau stres yang terekam pada citra penginderaan jauh tersebut bisa disebabkan oleh berbagai hal menurut pengukuran yang dilakukan di laboratorium. Kemungkinan adanya kekurangan unsur kalium yang menyebabkan kekerdilan tanaman juga menyebabkan kurang optimalnya penyerapan cahaya oleh pigmen daun, sehingga menaikkan pantulan. Namun kenaikan tersebut tidak terlalu signifikan dimana perbedaan pantulan tanaman yang sehat dengan yang kekurangan kalium tidak terlalu besar, terutama pada spektrum tampak. Kerusakan tanaman akibat kekurangan unsur kalium ini berakibat pada morfologi yang kemungkinan besar lebih mempengaruhi pantulan pada spektrum inframerah dekat.

Kemungkinan lainnya adalah stres karena serangan ulat yang memakan habis daun tembakau. Hal tersebut menyebabkan kurangnya serapan pigmen pada daun sehingga menaikkan pantulan. Kerusakan akibat serangan ulat ini merusak morfologi daun tembakau dan hal tersebut akan lebih mempengaruhi pantulan pada spektrum inframerah dekat.

Adanya pantulan tembakau pada kondisi yang stress lebih tinggi dibanding kondisi yang sehat pada spektrum tampak ini kemungkinan juga disebabkan oleh adanya kekurangan nutrisi pada tanaman. Menurut Marschener (1986), kekurangan nutrisi pada tanaman akan menyebabkan konsentrasi korofil daun menurun. Dampaknya adalah berkurangnya kemampuan menyerap dan menyebabkan kenaikan pantulan. Salah satu nutrisi yang diperlukan tanaman adalah nitrogen dimana peningkatan kekurangan nitrogen meningkatkan pantulan pada spektrum tampak yaitu antara 0,5-0,7 μm . Peningkatan pantulan pada spektrum tampak ini disebabkan oleh faktor serapan cahaya yang sangat besar yang dipengaruhi oleh konsentrasi pigmen yang tergantung pada konsentrasi nitrogen. Dengan rendahnya konsentrasi nitrogen, menurunkan konsentrasi klorofil sehingga mengurangi serapan radiasi yang berakibat naiknya pantulan.

Namun demikian untuk mengetahui penyebab pasti gejala stress pada tanaman secara pasti pada spektrum tampak citra Landsat TM ini belum dapat dilakukan, yang dapat dilakukan baru sebatas mengetahui apakah tanaman tersebut dalam kondisi yang sehat (normal) atau stres (sakit). Untuk ini diperlukan penelitian lebih lanjut

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil pengukuran serapan spektral daun tembakau pada spektrum tampak dengan menggunakan detektor spektrofotometer dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi tanaman yaitu sehat atau stres.
2. Pantulan spektral tembakau yang sehat berdasar hasil pengukuran detektor spektrofotometer memiliki pola yang sama dengan pola pada citra Landsat TM untuk spektrum tampak. Identifikasi tembakau pada citra Landsat TM paling baik ketika tanaman memasuki minggu ke-6 hingga saat panen dimana semua organ vegetatif terbentuk sempurna.
3. Identifikasi umur tembakau pada citra Landsat TM berdasar hasil pengukuran di laboratorium ternyata bahwa pada saat umur tanaman memasuki minggu ke-7 pantulan antara tembakau yang stres relatif lebih tinggi dibanding yang sehat.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh pola spektral tanaman tembakau pada spektrum inframerah dekat dan

tengah untuk memperoleh identifikasi kondisi tembakau sehat atau stres yang berkaitan dengan struktur internal dan kelembabannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Noor., 1985, (*Tesis*), UGM, Yogyakarta
- Boer, T.A., 1996, *Botanical Characteristic of Vegetation and Their Influence of Remote Sensing*, Wageningen Agricultural University, the Netherlands: pp 89-106
- Cahyono, Bambang Ir., 1998, *Tembakau : Budidaya dan Analisa Usaha Tani (edisi revisi)*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Carolus, C. de., and Armendo D., 1980, *Basic Problems in Reflectance and Emittance Properties of Vegetation*, Journal of Remote Sensing in Agriculture and Hydrology, AA Balkema, Rotterdam
- Kleshin, As., and Shul'gin, I.A., 1959, *The Optical Properties of Plant Leaves*, DOKL Academicil NAUK, USSR
- Lillesand, Th and Kieffer, R.W., 1993, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra (terjemahan)*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Marschener, H., 1986, *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press Inc, London
- Reeves, R. G., et al., 1974, *Crop and Soil in Mannual of Remote Sensing II*, American Society of Photogrammetry, McGraw-Hill Inc, New York
- Sutanto, Prof., 1994, *Penginderaan Jauh I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta